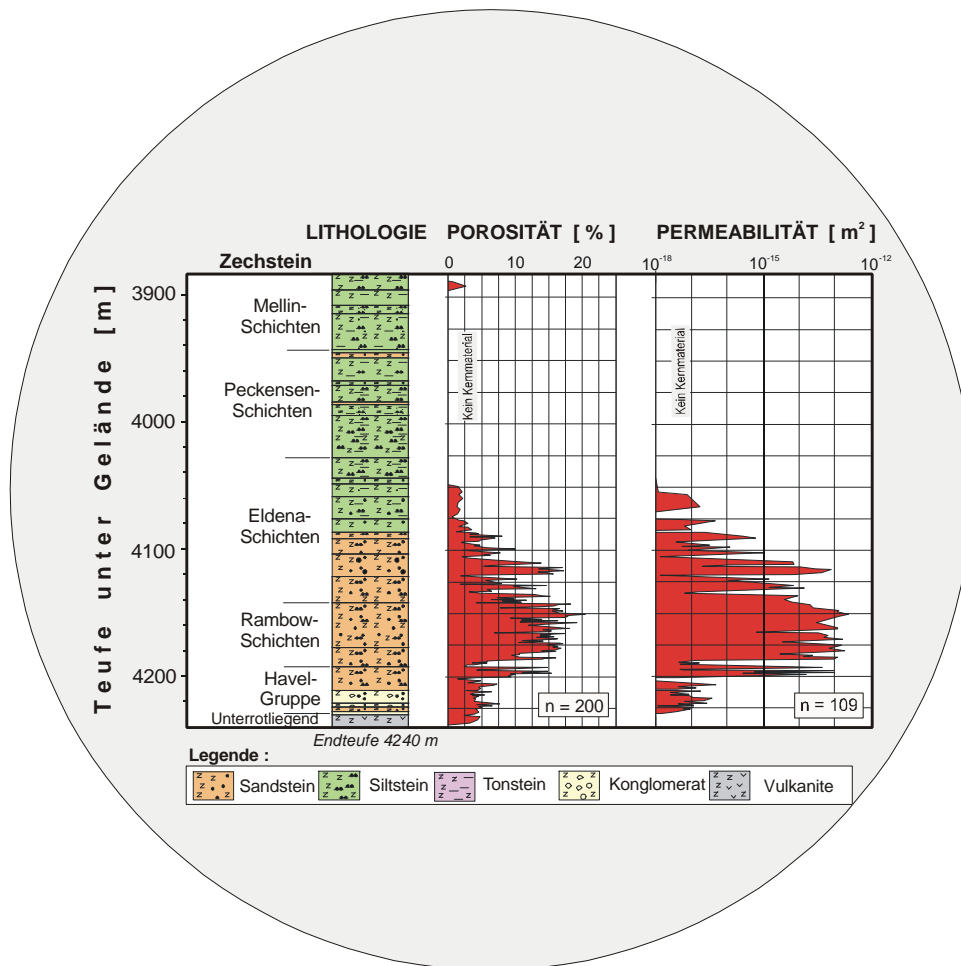


# Geothermische Technologieentwicklung geologische und energietechnische Ansatzpunkte



Ernst Huenges, Ali Saadat, Silke Köhler, Wilfried Rockel,  
Suzanne Hurter, Andrea Seibt, Dirk Naumann, Martin Zimmer,  
Jörg Erzinger, Thomas Wiersberg, Björn Legarth und Helmut Wolff

Scientific Technical Report STR00/23



# Geothermische Technologieentwicklung– geologische und energietechnische Ansatzpunkte

## Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
<i>Ernst Huenges</i>	
 Möglichkeiten und Perspektiven der geothermischen Stromerzeugung	7
<i>Silke Köhler und Ali Saadat</i>	
 Tiefe Altbohrungen als Beitrag zur Nutzbarmachung klüftig – poröser Speichergesteine (geologische Grundlagen)	29
<i>Wilfried Rockel und Suzanne Hurter</i>	
 Welche Faktoren können die Eisen(II)-Oxidation in Formationswässern beeinflussen?	51
<i>Andrea Seibt</i>	
 Gas monitoring, fluid flux and fluid sampling at well GPK-2 (Soulz-sous-Forêts, France) – First results from the 5000m production test	71
<i>Dirk Naumann, Martin Zimmer, Jörg Erzinger and Thomas Wiersberg</i>	
 Technische Machbarkeit von untertägig geschlossenen geothermischen Wärmetauschersystemen für die standortunabhängige Energiegewinnung	85
<i>Björn Legarth und Helmut Wolff</i>	

## Einleitung

*Ernst Huenges, GeoForschungsZentrum Potsdam*

Dieser Report fasst Ergebnisse aus der Startphase des Projekts ***Nutzbarmachung klüftig-poröser Speichergesteine zur abnehmernahen geothermischen Energiebereitstellung*** zusammen. Das Projekt wurde mit Förderung durch das BMBF (BEO 0327063B) in einer Vorphase 1998 und durch das BMWi (BEO 0327063) 1999 gestartet. Mit den Kooperationspartnern Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover, dem Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben Hannover, der Technischen Universität Berlin, der Universität Stuttgart, der Ruhruniversität Bochum und mit Unterstützung der Unternehmen MeSy GmbH Bochum und GTN GmbH Neubrandenburg werden folgende Ziele verfolgt:

Klüftig-poröse Speichergesteine sollen zur Wärmegewinnung nutzbar gemacht und eine entsprechende Technologie entwickelt werden. Dadurch wird das Angebotspotenzial geothermischer Energie wesentlich erweitert. Ziel des Projektes ist es, das Fündigkeitsrisiko geeigneter Horizonte, d. h. primär gering ergiebiger aber kontrolliert stimulierbarer Speichergesteine zu reduzieren. Aufbauend auf Kenntnissen des geomechanischen Stoffverhaltens (Bohrloch und Labor) werden wirtschaftliche Stimulationsverfahren entwickelt. Für die Betriebsphase wichtige Untersuchungen des Langzeitverhaltens dieses Speichertyps werden durch Erfassung der Kinetik der chemischen Reaktionen an den Poren- und Kluftoberflächen durchgeführt. Folgende Themenkomplexe sollen untersucht werden:

- Petrophysikalische Charakterisierung und Verbreitung der Zielhorizonte,
- ihre Nutzbarmachung mit Betrachtung bohrtechnischer und geomechanischer Aspekte sowie
- technischer Betrieb und energiewirtschaftliche Konsequenzen aus der Nutzung klüftig-poröser Speichergesteine.

Es werden die Grundlagen für eine standortvariable Erdwärmenutzung entwickelt.

In diesem Sinne und entsprechend der Vorgehensweise in dem vorgeschalteten Geothermie-Projekt am GeoForschungsZentrum Potsdam ***Evaluierung geowissenschaftlicher und wirtschaftlicher Bedingungen für die Nutzung hydrogeothermaler Ressourcen*** (BEO 0326969) soll dieses Projekt mit einer Serie von sogenannten Geothermie-Reports begleitet werden, um eine schnelle Information über den Projektfortschritt, aber auch über interessante das Projekt berührende Aspekte zu berichten.

Dieser Report ist entsprechend dem Konzept zur Durchführung des Projekts interdisziplinär angelegt.

Geothermische Stromerzeugung ist durch geänderte politische Rahmenbedingungen in den Vordergrund der Projektbearbeitung gerückt. Aus diesem Grunde werden die für Deutschland zur Zeit möglichen Technologien der Energiewandlung aus Erdwärme aus Sicht der Energie- und Verfahrenstechnik zusammengestellt und alternativ diskutiert (**Köhler und Saadat**). Nach dem Erneuerbare-Energien Gesetz vom 25.02.2000 kommt dem Aspekt der erreichbaren Temperatur eine verstärkte Bedeutung zu, da mit der Umwandlung von Wärme in Strom am ehesten eine wirtschaftliche Nutzung erreicht werden kann. Dies setzt Temperaturen größer 100 °C und die Realisierbarkeit von Volumenströmen deutlich über 50 m<sup>3</sup>/h voraus.

Ein Projektziel ist die Überprüfung der Stimulierbarkeit hydrogeothermal bisher nicht nutzbarer Gesteinsschichten im Rahmen eines relevanten Fallbeispiels (Formation, Bohrlokation). Die geologischen Aspekte der Standortauswahl für dieses Fallbeispiel werden in dem Artikel von **Rockel und Hurter** dargestellt. Interessant ist dabei besonders, daß man für diesen anvisierten Erkenntnisgewinn auf tiefe Altbohrungen zurückgreifen kann. Der Vorgang der Stimulation wird von den lokal herrschenden Spannungsfeld kontrolliert. Daher bilden die Spannungsdaten an der Lokation eine notwendige Datenbasis, bevor dort Experimente geplant werden.

Die Übertragbarkeit der Daten aus dieser einen Lokation auf andere Standorte aber auch der sichere Aufschluß und Betrieb eines Thermalwasserkreislaufs an dieser Lokation erfordert ein Konzept für petrophysikalische und geochemische Laboruntersuchungen. Der Betrieb eines Thermalwasserkreislaufs wird insbesondere von Eisenoxid-Ausfällungen beeinflusst. Kinetikdaten zu solchen Reaktionen fehlen. Daher stellt **Seibt** in ihrem Beitrag die Frage nach den Einflussfaktoren der Eisenoxidation im Thermalwasserkreislauf.

Je tiefer die Reservoirs liegen, desto mehr muss der Einfluss der in der Tiefe gelösten Gase auf den Nutzungsprozess berücksichtigt werden. Systematische Messungen sind sehr selten bzw. liegen für Geothermienutzung nicht vor. Daher haben **Naumann et al.** solche Messungen an der Bohrung GPK2 in Soultz-sous-Forêts durchgeführt und hier dargestellt.

Das Projekt befaßt sich hauptsächlich mit untertage offenen Systemen wegen des günstigeren Wärmeübergangs vom Gebirge in eine Gewinnungsbohrung. Nichtsdestotrotz wurde als Alternativlösung von **Legarth und Wolff** die technische Machbarkeit von innovativen untertägig geschlossenen Wärmetauschersystemen untersucht. Moderne Zielbohrtechnik erlaubt die Machbarkeit von thermodynamisch günstigen Konfigurationen, die für eine Wärmegewinnung aus Erdwärme zunehmend interessanter werden.

Vorliegende aus den Geothermie-Projekten entstandene Reports:

Geothermie Report 96-1: Hydrogeothermale Anlagen: Systemvergleich und Emissionsbilanz. Herausgeber: Ernst Huenges, Kemal Erbas, Kuno Schallenberg GeoForschungsZentrum Potsdam, Scientific Technical Report STR96/08, 1996

Geothermie Report 97-1: Geowissenschaftliche Bewertungsgrundlagen zur Nutzung hydrogeothermaler Ressourcen in Norddeutschland. Herausgeber: Peer Hoth, Andrea Seibt, Tors-ten Kellner, Ernst Huenges, GeoForschungsZentrum Potsdam, Scientific Technical Report STR97/15, 1997

Geothermie Report 98-1: Angebotspotential der Erdwärme sowie rechtliche und wirtschaftliche Aspekte der Nutzung hydrothermaler Nutzungsanlagen. Herausgeber: Heike Ehrlich, Kemal Erbas, Ernst Huenges GeoForschungsZentrum Potsdam, Scientific Technical Report STR98/09, 1998

Geothermie Report 99-1: Geothermisches Heizwerk Neustadt-Glewe: Zustands- und Stoffparameter, Prozeßmodellierungen, Betriebserfahrungen und Emissionsbilanzen. Herausgeber: Kuno Schallenberg, Kemal Erbas, Ernst Huenges, Heiner Menzel, GeoForschungsZentrum Potsdam, Scientific Technical Report STR99/04, 1999

Geothermie Report 99-2: Evaluierung geowissenschaftlicher und wirtschaftlicher Bedingungen für die Nutzung hydrogeothermaler Ressourcen. Herausgeber: Kemal Erbas, Andrea Seibt, Peer Hoth und Ernst Huenges, GeoForschungsZentrum Potsdam, Abschlussbericht: BMBF (BEO0392626), Scientific Technical Report STR99/09, pp. 70

ERBAS K., DANNOWSKI, G. & SCHRÖTTER, J. (1999): Reproduzierbarkeit und Auflösungsvermögen faseroptischer Temperaturmessungen für Bohrlochanwendungen – Untersuchungen in der Klimakammer des GFZ. Scientific Technical Report, STR99/19, GeoForschungsZentrum Potsdam, pp. 54

NAUMANN, D. (2000): Salinare Tiefenwässer in Norddeutschland: Gas- und isotopengeochemische Untersuchungen zur Herkunft und geothermischen Nutzung. Dissertation, Universität Potsdam, pp. 115

WENDEROTH, F. (1998): Dreidimensionale Modellierung geohydrothermalen Prozesse zur Beurteilung von Aquiferen hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Nutzbarkeit. Dissertation, Fachbereich Geowissenschaften, Freie Universität Berlin, Scientific Technical Report STR98/15, GeoForschungsZentrum Potsdam, pp. 133